

Berdejo-del-Fresno, D.; Lara Sánchez, A.J.; Martínez-López, E.J.; Cachón Zagalaz, J. y Lara Diéguez, S. (2013). Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada / Footprint modifications according to the physical activity practised. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol.13 (49) pp.19-39. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artalteraciones340.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artalteraciones340.htm)

ORIGINAL

ALTERACIONES DE LA HUELLA PLANTAR EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA REALIZADA

FOOTPRINT MODIFICATIONS ACCORDING TO THE PHYSICAL ACTIVITY PRACTISED

Berdejo-del-Fresno, D.¹; Lara Sánchez, A.J.²; Martínez-López, E.J.²; Cachón Zagalaz, J.² y Lara Diéguez, S.²

¹England Futsal National Team (The FA-Reino Unido) y Sheffield F.C. Futsal (Sheffield-Reino Unido) daniberdejo@gmail.com

²University of Jaén (Jaén-España) sldiequez@gmail.com; alara@ujaen.es; emilioml@ujaen.es; lzagalaz@ujaen.es

Código UNESCO / UNESCO Code: 2406.04 Biomecánica / Biomechanics
2410.02 Anatomía Humana / Human Anatomy 5312.04 Educación / Education
Clasificación Consejo de Europa / European Council Classification: 4.
Educación física y deporte comparado / Physical Education and compared sport

Recibido 28 de enero de 2011 **Received** January 28, 2011

Aceptado 13 de enero de 2013 **Accepted** January 13, 2013

RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha sido describir las características de la huella plantar en tres grupos de mujeres con distintos niveles y tipo de actividad física (sedentarias, jugadoras de élite de fútbol sala y hockey hierba) y analizar la evolución del morfotipo de pie tras un período de intervención marcado por la disciplina deportiva que practiquen. Han participado 33 mujeres con unas medias de edad, masa y estatura de $22,6 \pm 3,0$ años, $62,2 \pm 7,5$ kg y $165,0 \pm 5,9$ cm. Se realizaron cinco mediciones para analizar el tipo de pie: método de Hernández Corvo, índice del arco, determinación de la superficie de la huella, medida manual de la altura del escafoides y del ángulo tibio-calcáneo. Estas medidas se tomaron en dos momentos, al inicio y final de la pretemporada. Los resultados demostraron modificaciones en las huellas de las jugadoras de hockey, según el método de Hernández Corvo, con tendencia a aplanarse. En las de fútbol sala sólo se observaron diferencias en un pie. Por el contrario, las sedentarias no presentaron modificación de la huella plantar. Por lo tanto, la

actividad deportiva continuada ha provocado modificaciones en la huella plantar de las jugadoras analizadas en este trabajo.

PALABRAS CLAVE: fotopodograma, índice del arco, método Hernández Corvo, fútbol sala femenino, hockey hierba femenino.

ABSTRACT

The aim of this paper was (1) to describe the characteristics of the footprint of three groups of women that practise different levels and types of physical activity (sedentary group, elite futsal players and elite hockey players) and (2) to analyse the modifications suffered by their footprints after an intervention period characterised by the sport discipline that they practise. 33 women participated in this study - age: 22.6 ± 3.0 , weight: 62.2 ± 7.5 kg, and height: 165.0 ± 5.9 cm -. Five measurements were performed to analyse their type of foot: the Hernández Corvo method, arch index, footprint area, manual measure of navicular height, and tibial-calcaneal angle. These measurements were made twice: at the beginning of the pre-season and at the end of it. According to the Hernández Corvo method, the results showed modifications in the hockey players' footprint, which also tended to flatten. The futsal players only presented modifications in one foot. Sedentary women did not show any footprint modifications. Therefore, this study has proved that continued physical activity causes footprint modifications in those who practise it.

KEY WORDS: photopodogram, arch index, Hernández Corvo method, women futsal, women hockey.

INTRODUCCIÓN

El pie, como estructura locomotriz que es, y la base de nuestro cuerpo por ser el único contacto que tenemos con la superficie de apoyo, precisa de especial mención. En este sentido son muchos los autores que lo han estudiado. Así, Viladot (2000) expone que “el pie es una estructura tridimensional variable, base del servomecanismo antigravitatorio y que constituye una pieza fundamental para la posición bipodal y la marcha humana”.

Lippert (2005) comenta que el pie humano es el resultado de la transformación del pie prensil de los monos en un pie estático de apoyo. El pie tiene una función tanto estática como dinámica (Escobar, 2007; Torrijos et al., 2009). La funcionalidad del pie humano está claramente influenciada por su estructura (McCroory et al., 1997; Shiang et al., 1998; Menz y Munteanu, 2005) ya que gracias a la forma cupular (Hernández Corvo, 1989; Kapandji, 1998; Viladot, 2000) de la bóveda plantar y sus puntos de apoyo en talón y metatarsianos, es capaz de soportar todo el peso del cuerpo sin hundirse. Además la altura del arco longitudinal interno tiene influencia sobre otras estructuras del cuerpo, como la espalda (Hernández Corvo, 1989; Gómez,

2003; Menz y Munteanu, 2005). Las características morfológicas en el pie humano varían tanto con la edad (Scott, Menz y Newcombe, 2007) como entre individuos (Cowan, Jones y Robinson, 1993; Shiang et al., 1998; Mayorga-Vega et al., 2012). Estas variaciones se escapan en la valoración visual. Es por ello que hay que analizar los pies de cada individuo de forma pormenorizada. Para ello existen una gran cantidad de técnicas tanto directas (radiografías...) como indirectas (antropometría, fotopodograma...). En base a ellas se podrían realizar análisis del tipo de la altura del escafoides hasta el suelo, el índice de Chipaux, el ángulo de Clarke (1933) o la línea de Feiss (López et al., 2005). Una forma sencilla y válida de analizar la huella del pie es mediante la obtención de la huella plantar (Shiang et al., 1998). Además de variaciones estructurales debidas a la propia evolución marcada por la edad, los pies presentan variaciones en su estructura debido a numerosos factores, como pueden ser: la edad a la que se comienza a usar calzado (Sachithanandam y Joseph, 1995), la edad a la que se empieza a practicar un deporte con dedicación media o alta (Aydog et al., 2005a; Martín, 2008, Zahínos, González y Salinero, 2010), el sobrepeso (Sachithanandam y Joseph, 1995; Hills et al., 2001; Masaun, Dhakshinamoorthy y Parihar, 2009; Vidal et al., 2010), la propia realización de una técnica deportiva, la posible fatiga (Abián et al., 2005), o el hecho de practicar deporte o incluso una disciplina concreta (Sirgo y Aguado, 1991; Sirgo et al., 1997; Aydog et al., 2005a; López et al., 2005; López et al., 2006; Cain et al., 2007; Elvira et al., 2008a; Antolinos y Martínez, 2010; González, Pérez y Floría, 2012).

Los objetivos de este trabajo han sido: 1) describir las características de la huella plantar en tres grupos de mujeres con distintos niveles y tipo de actividad física, 2) analizar la evolución del morfotipo de pie tras un período de intervención marcado por la disciplina deportiva que practiquen y 3) comparar varios métodos de evaluación de la huella plantar descritos en la bibliografía según el método de Hernández Corvo (HC), el índice del arco (IA), la altura del escafoides (AE) y la determinación de la superficie de la huella (SH) con Autocad 2007.

METODOLOGÍA

Muestra

En este estudio longitudinal (dos mediciones: inicial al inicio de la pretemporada y final al acabar la misma) han participado 33 mujeres jóvenes, con una media de edad, masa y estatura de alrededor de 23 años ($22,6 \pm 3$), $62,23 \pm 7,55$ kg y $165 \pm 5,9$ cm respectivamente (Tabla 1), pertenecientes a tres grupos, en función de sus características:

- El primer grupo estaba compuesto por 11 jugadoras de fútbol sala (FS), pertenecientes a un equipo de élite (División de Honor Femenina).

- El segundo grupo estaba formado por 12 jugadoras de hockey hierba (HH), miembros de un equipo de élite (División de Honor Femenina).
- El tercer grupo estaba formado por 10 mujeres sedentarias (S) que participaron de manera voluntaria en el estudio.

Todas las participantes de este estudio fueron informadas acerca del carácter del mismo y se prestaron voluntariamente a ser parte de la investigación.

Tabla 1. Características de los sujetos (FS: fútbol sala; HH: hockey hierba; S: sedentarias)

	FS	HH	S	TOTALES
N	11	12	10	33
EDAD	23,2 (±3,3)	21,9 (±3,7)	22,8 (±1,3)	22,6 (±3,0)
MASA	59,46 (±4,70)	62,5 (±6,32)	64,98 (±10,55)	62,24(±7,55)
ESTATURA	162,4 (±6,4)	166,3 (±5,7)	168,0 (±4,2)	165,5(±5,9)

Los criterios de inclusión para los grupos HH y FS han sido: estar federados en su correspondiente federación deportiva y haber estado practicando su deporte de manera competitiva durante al menos dos años (Elvira et al., 2008a). Por último, se ha considerado necesario una regularidad en la asistencia a los entrenamientos durante el periodo de intervención (López et al., 2005). Por su parte, los criterios de inclusión para formar parte del grupo sedentarias han sido ser mujer de entre 18 a 28 años que no hayan realizado ningún programa de entrenamiento de manera continuada en los tres meses previos, ni practicado actividad física más de un día por semana (Abián, 2008). Por otro lado, no podrán formar parte de estos grupos y será causa de exclusión aquellas mujeres que presentaran alguna intervención quirúrgica de miembros inferiores (Macrory et al., 1997) o deformidades estructurales como: Genu valgo o varo, coxa valga o vara (Escobar, 2007); deformidades de los pies como pie plano valgo congénito, pie plano paralítico o espástico, pie equino. Así mismo, pie plano o cavo debido a alteraciones óseas o alteraciones neuromusculares. (Viladot, 2000); alguna lesión grave o fractura en los últimos seis meses (Masaun, Dhakshinamoorthy y Parihar, 2009) o dolor actual en los pies (Scott, Menz y Newcombe, 2007).

Procedimiento

Se registraron las huellas plantares de ambos pies mediante fotopodograma (Viladot, 2000) y se analizaron siguiendo el método de HC (Hernández Corvo, 1989) y el IA (Cavanagh y Rodgers, 1987). También se han medido el ATC (ángulo tibio-calcáneo) (Stacpoole-Shea et al., 1998; Viladot, 2000; Hertel, Gay

y Denegar, 2002; López et al., 2005; Albert, 2009), la SH con el programa “Autocad 2007” (Gómez, 2003; Billis et al., 2006; Nikolaidou y Boudolos, 2006) y la AE de manera manual (Cowan, Jones y Robinson, 1993; Chu et al., 1995; Williams, McClay y Hamill, 2001; Menz y Munteanu, 2005). La definición y descripción de cada uno de estos métodos de análisis de la huella es la siguiente:

- **Método de HC:** éste método consiste en tipificar el pie según unas medidas que se realizan en base a la impresión plantar. Se ha elegido por presentar una buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie, que va desde el pie plano hasta el pie cavo extremo (Sirgo y Aguado, 1991; Sirgo et al., 1997; Abián et al., 2005; López et al., 2006; Zurita, Martínez y Zurita, 2007; Abián, 2008). El procedimiento ha sido el siguiente (Figura 1): se marcan dos puntos, en las prominencias más internas de la huella (1 y 1'), se realiza el “trazo inicial” que es el que une ambos puntos. Después se marca otro punto en la parte más anterior de la huella (incluyendo los dedos) y en la parte más posterior otro (2 y 2'). Se trazan perpendiculares a estos últimos puntos respecto al trazo inicial. La distancia entre este trazo y el punto 1 es la “medida fundamental” y se ha de trasladar tantas veces como quepa en el trazo inicial (3, 4 y 5). Se traza una perpendicular a la línea 3, pasando por la parte más externa de la huella; otra perpendicular a 4 y otra a 5 pasando también por la parte más externa (6, 7 y 8 respectivamente). La distancia entre el trazo inicial y 6 es X (ancho del metatarso); la distancia entre 9 y 7 es Y (arco externo, superficie apoyo mediopié).

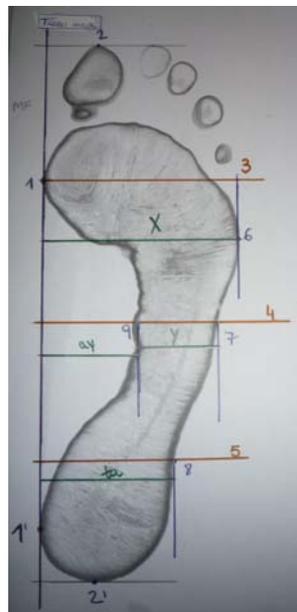


Figura 1. Evaluación de la huella plantar según el protocolo de Hernández Corvo (1989).

Con las medidas resultantes y utilizando la Ecuación 1 obtendremos el tipo de pie según el método de Hernández Corvo (1989).

$$\%X = (X - Y) * 100 / X$$

Ecuación 1. Ecuación de Hernández Corvo (1989) para evaluar el tipo de pie. 0-34%: Pie plano; 35-39%: Pie plano/normal; 40-54%: Pie normal; 55-59%: Pie normal/cavo; 60-74%: Pie cavo; 75-84%: Pie cavo fuerte; 85-100%: Pie cavo extremo.

- **IA:** Está definido como la proporción entre las áreas de contacto de las diferentes partes de la huella plantar excluyendo los dedos. Para dividir el pie en tres partes iguales se tiene que tomar primero el eje axial del pie, que es una línea que va desde el centro del talón hasta lo más alto del segundo dedo. El IA se mide como la proporción del área del medio pie entre la superficie total del pie exceptuando los dedos (Ecuación 2).

$$\frac{B}{A + B + C} = IA$$

Ecuación 2: ecuación para evaluar el tipo de pie en función del IA (Si $IA \leq 0,21$: pie cavo; Pie normal: $0,21 < IA < 0,26$; Pie plano: $IA \geq 0,26$).

- **SH:** se escasearon las huellas plantares en el programa *Autocad 2007* (Figura 2) para medir la superficie de las mismas (Gómez, 2003; Yu, Lo y Chiou, 2003; Hurtado, 2006; Nikolaidou y Boudolos, 2006; Paiva et al., 2009).

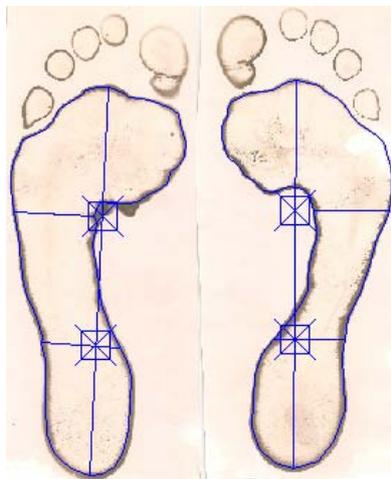


Figura 2. Evaluación de la superficie de la huella mediante el programa Autocad2007.

- **ATC:** es el ángulo que forma el talón con el resto de la pierna (Figura 3). Según la línea de Helbing, la vertical tiene que pasar por el centro del hueco poplíteo y por el centro del talón (Viladot, 2000; Hertel, Gay y Denegar, 2002; Redmond, Crane y Menz, 2008; Albert, 2009). Existe un grado fisiológico de

valgo, de unos 5° a 10° según Viladot (2000) y Albert (2009) y de hasta 7° según Ricard (2001) en individuos sanos menores de edad. Esta línea se debe hacer en descarga, después apoyar el pie en el suelo repartiendo el peso del cuerpo entre ambos pies y después medir con el goniómetro. También se puede tomar la medición en función de la horizontal con el suelo (Sell et al., 1994; Elvira et al., 2008a y Elvira, Vera-García y Meana, 2008b); pero en este estudio se ha hecho según el primer método de medición. Se midió con un goniómetro manual. Según Elvira et al. (2008a), la eversión y consecuentemente el valgo de calcáneo, se considera negativo y la inversión o varo de calcáneo se considera positivo, a la hora de registrar los datos. Se siguió el siguiente protocolo:

- Con ambos pies desnudos, apoyar en estancia bipodal sobre una superficie lisa.
- Se marcó con un rotulador la línea vertical que pasa por el centro del hueso poplíteo, hasta el tendón de Aquiles.
- Se marca por otro lado la bisectriz del calcáneo tomando como referencia la protuberancia posterior del mismo, lugar de inserción del tendón de Aquiles.
- Finalmente se pasa a medir con el goniómetro el ángulo formado por ambas líneas.



Figura 3. Evaluación del ángulo que forma el talón con la pierna.

- **AE:** se ha utilizado la medida del escafoides de forma manual, tomando como referencia la protuberancia del escafoides y midiendo la distancia existente desde ésta al suelo. Existen también métodos más sofisticados para medir esta variable, como por ejemplo a través de radiografías. Cowan, Jones y Robinson (1993) recoge la altura del escafoides medida de forma manual y su correspondencia con el tipo de pie que observó en su estudio (medidas

tomadas en centímetros): Plano: 2.72-4.08; Normal: 4.09- 5.08; Cavo: 5.09-6.05

El procedimiento de actuación fue el siguiente:

- Con ambos pies desnudos y con el peso del cuerpo repartido entre ambos, trazar una línea que pase por la tuberosidad del escafoides, por la parte más inferior.
- A continuación, con uno de los brazos del goniómetro, con una resolución de 1mm, se colocó en contacto con el suelo hasta la línea marcada en la piel.

El método de obtención de la huella ha sido el fotopodograma (Figura 4) que, según Viladot (2000), es el sistema más útil para la obtención de la huella plantar. Para realizar determinadas mediciones, como la del IA o la SH se digitalizaron las imágenes (Chu et al., 1995; Michelson, Durant y McFarland, 2002; Gómez, 2003; López et al., 2006; Billis et al., 2006; Scott, Menz y Newcombe, 2007; Elvira, Vera-García y Meana, 2008b; Aydog et al., 2005a y 2005b; Menz y Munteanu, 2005 y Murley, Menz y Landorf, 2009). Para la obtención del fotopodograma se ha utilizado el protocolo descrito por Aguado, Izquierdo y González (1997). Este protocolo consiste en pincelar la planta del pie con líquido revelador fotográfico y colocar el pie sobre un papel fotográfico velado previamente a la luz. Después de apoyar el pie sobre el papel se mantiene durante 45 s. Una vez pasado este tiempo se levanta el pie. Posteriormente se mete el papel con la huella marcada en una bandeja con líquido fijador. Por último se debe sacar la hoja del fijador, lavarla bien con agua y dejarla secar.



Figura 4. Fotopodograma de los pies izquierdo y derecho realizado según el protocolo descrito por Aguado, Izquierdo y González (1997).

Las mediciones de los grupos FS y HH se han realizado previas a la realización de ejercicio, es decir, antes de los entrenamientos (Cowan, Jones y Robinson, 1993). Del mismo modo las huellas se tomaron en estancia bipodal repartiendo el peso entre ambos pies (Chu et al., 1995; Viladot, Cohí y Clavell, 1997; Shiang et al., 1998; Michelson, Durant y McFarland, 2002).

Variables

Como variables dependientes incluidas en este estudio estarían todas las mediciones que se han realizado en los dos momentos. Así tendríamos el análisis de la huella plantar mediante el método HC, el IA, la delimitación de la SH, el ATC y la medida de la AE medida de forma manual. Como variable independiente tendríamos la intervención a la que han sido sometidos los sujetos. Esta intervención ha consistido en la actividad propia del entrenamiento de la pretemporada en cada uno de los deportes (fútbol sala y hockey hierba). La duración de esta intervención en ambos casos ha sido de seis semanas con una carga de entrenamiento de tres sesiones por semana y una duración de 2 h por sesión. En el grupo de sedentarias se ha considerado el mismo tiempo, pero teniendo en cuenta que éstas no tuvieron ninguna modificación en su actividad, es decir, mantuvieron su condición de sedentarias.

Material

Para describir las características antropométricas de la población se ha utilizado un tallímetro *SECA* (*SECA Ltd*, Alemania) y una báscula de pie *SECA* (*SECA Ltd*, Alemania). Para realizar la impresión de las huellas mediante fotopodograma, se ha utilizado papel fotográfico *ILFORD*, líquido revelador y fijador. Por su parte, para realizar la evaluación fisioterápica ha sido necesario utilizar un lápiz demográfico y un goniómetro manual estándar de plástico, escalado de 2º en 2º, con un error máximo de 1º, utilizado por algunos estudios específicos para medir al ángulo del retropié (Stacpoole-Shea et al., 1998; Kaufman et al., 1999; Hertel, Gay y Denegar, 2002). También se usó una planilla de evaluación o examen clínico que propone la valoración de la alineación sagital de las piernas en bipedestación (varo o valgo de piernas y retropié), el desnivel pélvico y la posible deformidad de la tibia (Salazar, 2007). Esta plantilla incluía además los grados del ángulo tibio-calcáneo y los centímetros de la altura del escafoides respecto al suelo. Para la digitalización y análisis de las imágenes se utilizó el programa "*AutoCad 2007*" (*Autodesk*) para la delimitación de la superficie de las huellas escaneadas y la obtención del IA.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos, se empleó el programa SPSS v. 15.0 para Windows. Se han realizado pruebas de estadística descriptiva. Se realizó análisis de varianza ANOVA mediante medidas repetidas, utilizándose como análisis *pos hoc* el proceso de Scheffé. En las pruebas inferenciales se ha usado el criterio estadístico de significación de $p < 0.05$.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados más destacados que se desprenden del estudio realizado. En este sentido, en las Tablas 2 y 3, aparecen los resultados descriptivos de todas las variables analizadas en este estudio (ATC, HC, AE, SH e IA) para los pies derecho e izquierdo tanto al inicio de la pretemporada como al inicio de la temporada. Del mismo modo, aparecen las diferencias encontradas en cada variable en los distintos momentos evaluados.

Tabla 2: Diferencias en el pie derecho entre el inicio de la pretemporada y el inicio de la temporada.

	FS pre	FS temp	DIF	HH pre	HH temp	DIF	S pre	S temp	DIF
ATC (°)	-7,1 ± 3,9	-8,7 ± 5,4	-	-7,3 ± 2,8	-7,1 ± 1,2	-	- 6,7 ± 4,2	- 7,0 ± 4,1	-
HC (%)	66,07 ± 3,98	59,39 ± 9,29	*	62,94 ± 4,17	61,08 ± 4,77	***	66,44 ± 15,48	65,31 ± 14,56	-
AE (cm)	-	4,4 ± 0,6	-	4,0 ± 0,5	3,9 ± 0,4	-	3,9 ± 0,4	3,9 ± 0,4	-
SH (cm ²)	87,9 ± 15,2	90,1 ± 14,4	*	88,26 ± 8,14	90,0 ± 9,5	-	89,52 ± 12,33	93,5 ± 13,45	**
IA	0,23 ± 0,06	0,23 ± 0,04	-	0,23 ± 0,02	0,24 ± 0,03	-	0,22 ± 0,04	0,23 ± 0,04	-

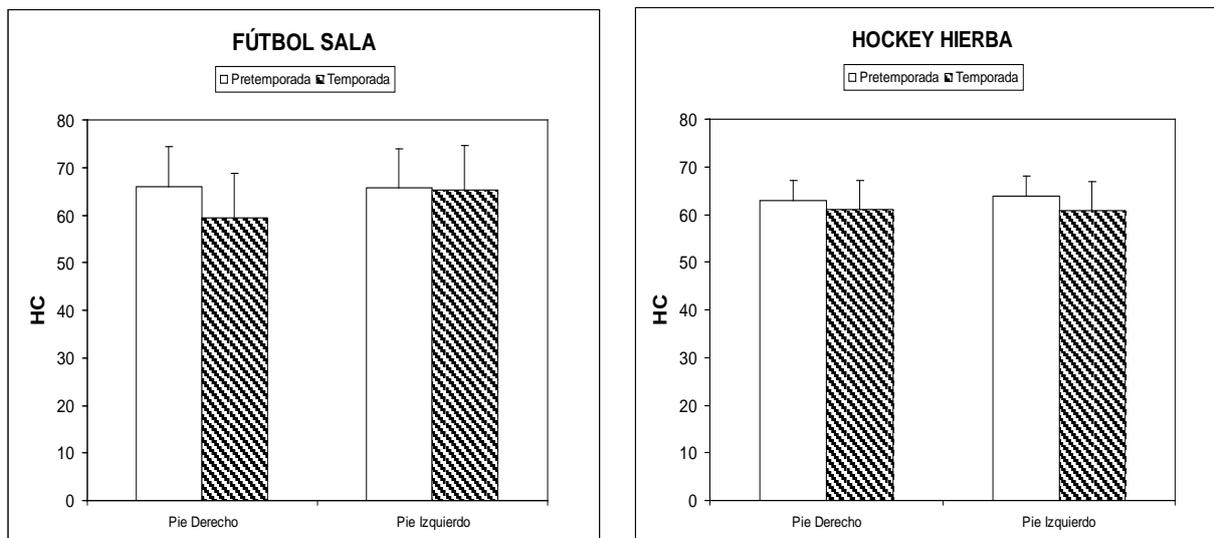
Resultados obtenidos en la evaluación del pie derecho al inicio de la pretemporada y de la temporada (\bar{x} = media aritmética; σ = desviación estándar; FS = grupo de fútbol sala; HH = grupo de hockey hierba; S = grupo de sedentarias; pre = medición realizada antes del inicio de la pretemporada; temp = medición realizada antes del inicio de la temporada (final pretemporada); ATC = ángulo tibio calcáneo; HC = porcentaje pie según Hernández Corvo; AE = altura del escafoides; SH = superficie de la huella; IA = índice del arco).

Tabla 3: Diferencias en el pie izquierdo entre el inicio de la pretemporada y el inicio de la temporada.

	FS pre	FS temp	DIF	HH pre	HH temp	DIF	S pre	S temp	DIF
ATC (°)	-6,8 ± 4,5	-8,1 ± 4,9	-	-8,3 ± 4,5	-7,6 ± 2,9	-	-6,6 ± 3,5	-7,2 ± 3,2	-
HC (%)	65,75 ± 8,22	65,23 ± 14,84	-	63,96 ± 7,20	60,88 ± 6,00	*	74,11 ± 19,66	74,95 ± 19,53	-
AE (cm)	-	4,3 ± 0,4	-	4,1 ± 0,4	4,0 ± 0,3	-	4,0 ± 0,3	4,0 ± 0,4	-
SH (cm ²)	87,8 ± 11,1	88,7 ± 12,8	-	87,5 ± 8,7	89,1 ± 8,3	*	84,5 ± 13,8	88,0 ± 15,2	**
IA	0,23 ± 0,03	0,22 ± 0,04	-	0,23 ± 0,03	0,23 ± 0,03	-	0,20 ± 0,05	0,21 ± 0,05	-

Resultados obtenidos en la evaluación del pie izquierdo al inicio de la pretemporada y de la temporada (\bar{x} = media aritmética; σ = desviación estándar; FS = grupo de fútbol sala; HH = grupo de hockey hierba; S = grupo de sedentarias; pre = medición realizada antes del inicio de la pretemporada; temp = medición realizada antes del inicio de la temporada (final pretemporada); ATC = ángulo tibio calcáneo; HC = porcentaje pie según Hernández Corvo; AE = altura del escafoides; SH = superficie de la huella; IA = índice del arco).

Al realizar el análisis estadístico de las variables se ha observado que no existen diferencias significativas, en ninguna de las variables, entre los distintos grupos estudiados (FS, HH y S). Por otro lado, al comparar cada grupo por separado en distintos momentos de la pretemporada sí se han encontrado ciertas diferencias significativas en determinadas variables. Así, el grupo FS ha mostrado diferencias significativas en la variable HC en el pie derecho y no en el pie izquierdo (Figura 5). Por su parte, el grupo HH ha mostrado diferencias en esta variable en los dos pies (Figura 6). Por último, el grupo S no ha presentado diferencias en ninguno de los pies en esta variable.



Figuras 5 y 6. Diferencias al evaluar las huellas plantares del grupo de Fútbol Sala y del grupo de Hockey Hierba mediante el método de Hernández Corvo en distintos momentos de la pretemporada

Por otro lado, no se han encontrado diferencias significativas en ninguno de los grupos en la variable IA. No obstante, la variable SH sí ha presentado ciertas diferencias, diferentes en cada uno de los grupos. Así, en el grupo S las diferencias se han observado en los dos pies, mientras que el grupo FS solo se han observado en el pie derecho y en el grupo HH sólo se han observado en el pie izquierdo.

DISCUSIÓN

Diferencias entre las técnicas de evaluación de la huella plantar

Al comparar los resultados obtenidos con los métodos utilizados en este trabajo para evaluar la huella plantar, IA y HC, se observa cómo existe una elevada variabilidad entre los mismos. Así, utilizando el método HC se podría considerar que un pie es cavo, mientras que evaluando el mismo pie mediante el IA, obtendríamos un pie normal, en la mayoría de los casos. Por otro lado, también hay que considerar que ambos métodos utilizan diferentes clasificaciones. Así el IA sólo considera tres morfotipos de pie (plano, normal y cavo), mientras que el método de HC considera seis (plano, normal, normal-cavo, cavo, cavo fuerte y cavo extremo). En este sentido, consideramos que el método HC aporta una clasificación más amplia, por lo que a priori, hará una diferenciación más exacta entre las distintas tipologías de pies. Del mismo modo, Wearing et al. (2004) concluyeron que el IA se encontraba muy relacionado con el porcentaje de masa corporal y que se veía influenciado por este parámetro. La limitación más relevante que proponen los autores de este estudio es que no se incorporó una medición de la altura del arco medial (toman únicamente la huella plantar con una plataforma de presiones, y

digitalizan la imagen de la misma). Aún así sugieren que se tenga especial cuidado en las mediciones de la huella plantar basándonos en fotopodograma, como el IA, en grupos con porcentajes de masa magra elevados. No obstante, Gómez (2003) propone que existe una relación significativa entre la masa y la huella plantar. Según este autor, en condiciones normales una persona que pese menos de 60 kg puede tener la huella plantar normal y ser interpretada como pie cavo según este índice.

A diferencia de estos autores, Shiang et al. (1998) concluyen que los parámetros en los que se toman dos o tres dimensiones, como por ejemplo el IA, son mejores predictores del arco del pie que las medidas que se toman en una sola dimensión como, por ejemplo, el método HC. Del mismo modo, autores como Abián (2008) también afirman que el IA es un método más efectivo que el de HC, ya que éste puede determinar error en algún tipo de pie, como falso pie cavo extremo o no detectar bien los planos de primer grado.

Respecto a la AE, hay que comentar que una de las limitaciones que presenta, como afirman Menz y Munteanu (2005), es que no existen valores determinados para clasificar los tipos de pie y es complicado hacer una evaluación de su morfología. Por lo tanto, no se puede determinar si existe un pie normal o anormal. Así, estos autores presentaron una media de AE medido manualmente respecto al suelo de 26,5 mm. En radiografías la media de la AE es de 31,1 mm. Este valor es menor que el obtenido por Williams, McClay y Hamill (2001), cuya medida era de 37 mm o por Cowan, Jones y Robinson (1993), cuya medida era aún más alta, 46 mm. El hecho de que Menz y Munteanu (2005) obtuviesen medidas más bajas pudo deberse a la cantidad de sujetos con menos de 20 mm de altura de escafoides que participaron en su estudio. Por su parte, Nawoczinski, Saltzman y Cook (1998) obtuvieron una media de 40,2 mm en la altura de la tuberosidad del escafoides respecto al suelo medido en RX. En nuestro estudio se han registrado valores de AE muy similares a las obtenidas por Nawoczinski, Saltzman y Cook (1998), que rondan los de 40,6 mm.

Por otro lado, Macrory et al. (1997) encontró una correlación de -0,71 entre el IA y la AE normalizada y Williams, McClay y Hamill (2001) encontraron una correlación entre la AE medida manualmente y con radiografías de $r = 0,87$. No obstante, estos autores afirman que la medida del escafoides, por sí sola, no proporciona una representación del arco y, para que fuese más válida, habría que utilizar la medida de la AE normalizada (AE/longitud del pie). Por su parte, Murley, Menz y Landorf (2009) encontraron una correlación significativa entre las medidas clínicas que usaron (IA y AE normalizada) y las medidas realizadas con radiografía, sobre todo con proyección lateral ($p < 0,05$). Chu et al. (1995) encontraron correlaciones entre IA y AE ($r = -0,70$) medida de forma manual. Similares correlaciones encontraron Shiang et al. (1998) y McCrory et al. (1997). No obstante, estos estudios no encontraron aplicación práctica para poder determinar el tipo de pie según la AE. Además, Shiang et al. (1998) encontraron correlación entre seis métodos más de medida de la huella plantar con la AE. Estos métodos fueron: Índice Staheli, Índice de Chipaux-Smirak,

Ángulo del arco, FPI, Índice truncado del arco y el Índice modificado del arco. A diferencia de todos estos trabajos, en nuestro estudio no se han encontrado correlaciones entre el IA y la AE en ninguno de los pies. En este sentido, coincidimos con el trabajo de Hawes et al. (1992), en el que tampoco se encontraron correlaciones entre IA y AE. Estas diferencias pueden deberse a la subjetividad implícita de la palpación de la tuberosidad del escafoides o el movimiento de tejido blando bajo la marca ósea para hacer la medición (McCrory et al., 1997).

Consideraciones sobre SH

En función de los resultados de este estudio, sería posible pensar que la variable SH, por sí sola, no tenga validez para predecir el tipo de pie. No se puede considerar una medida del morfotipo de pie. Esta variable sólo proporciona la superficie de la huella impresa y digitalizada. La SH es una medida más que se ha de realizar para obtener y clasificar el pie en función del método del IA. En este sentido, se utiliza una ecuación determinada en la que la superficie del mediopié se divide entre la superficie total. Por lo tanto, sólo se puede considerar como una herramienta para determinar el IA. Hay que decir que se han observado diferencias en la SH en las diferentes mediciones realizadas a los grupos de estudio. No obstante, estas diferencias no han provocado un cambio en el tipo de pie mediante el método del IA, por lo que no se puede considerar como un buen indicador para evaluar el tipo de pie.

En este mismo sentido, cabe destacar que ningún autor la proponga como medida única de evaluación del tipo de pie. Únicamente Gómez (2003) usa este parámetro para ver las diferencias que existen en la superficie de la huella antes y después de recibir una manipulación del raquis (concretamente un ilíaco posterior).

Diferencias en función de la realización de actividad física y deportiva

Sirgo y Aguado (1991) demostraron las adaptaciones agudas que se producían en el pie como consecuencia de una situación de competición deportiva (un partido de voleibol). Estos autores observaron un aumento de la huella tanto longitudinalmente como transversal, existiendo variaciones en función de la composición corporal (entre ectomorfos y mesomorfos). Según estos autores, es de esperar que estas modificaciones agudas se hagan crónicas en el tiempo en una persona deportista que somete a sus pies a una gran carga y esfuerzo. En nuestro trabajo se ha encontrado un aumento del porcentaje de la huella plantar mediante el método de HC tras un periodo de intervención. Del mismo modo, también tendrá cierta influencia el tipo de deporte practicado (Sirgo et al. 1997). Así, Sirgo et al. (1997) encontraron diferencias en la huella y en el apoyo entre futbolistas y nadadores.

Por su parte, López et al. (2005) encontraron el mismo tipo de pie en futbolistas de distintas categorías. Los resultados indicaban que la mayoría de

los sujetos presentaban un pie normal y más valgo en el ATC del pie derecho que del izquierdo. Estos resultados coinciden en parte con los que se desprenden del tipo de pie encontrado en los sujetos de nuestro estudio mediante la utilización del método IA. En cambio, al utilizar el método HC los resultados de morfotipo de pie se aproximan más hacia el cavo. Además, López et al. (2005) encontraron un pie cavo asociado a un valgo de calcáneo, de manera similar a lo que se ha encontrado en nuestro trabajo. Volkov (1977), por su parte, encontró un aplanamiento del arco plantar en jóvenes deportistas de ski y gimnasia. A diferencia de estos, Elvira et al. (2008a) encontraron que la marcha atlética no provocaba asimetría ni adaptaciones concretas hacia un tipo de pie. No obstante, obtuvieron diferencias significativas entre pies. Estos autores exponen como causa de este hecho la dirección del circuito.

Por otro lado, Aydog et al. (2005a y 2005b) encontraron valores más bajos del IA en bailarinas que en sujetos sanos sedentarios, al contrario que en nuestro estudio, donde se han encontrado valores más altos en los grupos de deportistas que en los sedentarios. Por lo tanto, podemos considerar que en función de la actividad que se realice se puede encontrar un morfotipo de pie u otro.

Respecto al sexo, Igbigbi y Msamati (2002), encontraron que los hombres tienen valores del IA mayores a las mujeres, y que mediante éste método había más probabilidad de obtener pie plano (24,26%) que utilizando otros métodos. Al contrastarlo con los resultados de nuestro estudio se observa, como se ha comentado, que mediante el método HC los tres grupos presentan un pie normal/cavo, con tendencia en algunos casos a pie cavo, mientras que con el método IA presentan un pie normal.

Como dicen López et al. (2006), la tendencia habitual es hacia una dilatación de la huella en todas sus partes (antepié, mediopié y retropié), aunque según la disciplina y las actividades deportivas, se verán unas zonas más afectadas que otras. En nuestro estudio se ha observado lo mismo en los dos grupos de deportistas, que el pie tiende a aplanarse tras el periodo de intervención.

Kulthanan, Techakampuch y Bed (2004) encontraron diferencias entre las huellas de deportistas y no deportistas. No obstante, estos autores utilizaron otro tipo de mediciones que no se han empleado en nuestro trabajo, como son el *Flat Index* o la distancia metatarsal. En este sentido, en nuestro trabajo no se han encontrado diferencias entre las huellas de los grupos de deportistas respecto al grupo de sedentarias. No obstante, sí que se han encontrado diferencias en el grupo de sedentarias entre el pie izquierdo y el pie derecho. Estas diferencias no se han presentado entre los grupos de deportistas, coincidiendo con diferentes autores (Sirgo y Aguado, 1991; Aydog et al., 2005a y 2005b; Cain et al., 2007) que explican que el deporte provoca determinadas variaciones en el tipo de pie y que esas variaciones se producen de manera homogénea.

Diferencias entre los grupos de deportistas y los efectos de la intervención

Como se desprende de los resultados, no se han encontrado diferencias entre los grupos objeto de estudio de este trabajo. Este hecho, podría deberse bien a que el número de sujetos estudiados no fue demasiado elevado o bien a que el periodo de intervención no fue suficiente para que se mostraran las diferencias entre los tipos de pies de los distintos grupos.

En nuestro trabajo, se han tomado las medidas de los dos pies en ambos momentos, antes y después de la intervención. Existen determinados estudios en los que solamente se han realizado las mediciones en el pie dominante (Hamil et al., 1989; Cowan, Jones y Robinson, 1993; Elvira, Vera-García y Meana, 2008b). No obstante, tal y como hemos observado, existen variaciones entre pies, por lo que se hace necesario realizar la evaluación de los dos. Además, la mayoría de autores utilizan las mediciones de ambos pies (Sirgo y Aguado, 1991; Sirgo et al., 1997; López et al. 2005; Aydog et al., 2005a y 2005b; López et al., 2006, Elvira et al., 2008a).

Respecto al grupo FS, se han encontrado diferencias significativas en el pie derecho tras el periodo de intervención, no encontrándose estas diferencias en el pie izquierdo. Las diferencias encontradas mostraban una dirección hacia el aplanamiento del pie tras el periodo de intervención. Estos resultados pueden deberse a la distinta función que realizan los pies en esta modalidad deportiva. Autores como Aydog et al. (2005b) obtuvieron resultados similares en futbolistas. Estos autores justificaron este hecho explicando el uso de pie dominante en fútbol. El pie que más funciones realiza (el dominante) verá modificada su morfología por diferentes tensiones musculares y ligamentosas y acabará dando valores más altos en los diferentes métodos de medición. Estos autores, también proponen que el hecho de ser deportista de alto nivel y estar sometido a un entrenamiento intenso, puede provocar también estos cambios estructurales en el sistema musculoesquelético y ligamentoso. En el grupo FS de nuestro estudio, todas las jugadoras eran diestras, por lo que el pie dominante, que era el derecho, es el que realiza las funciones de conducción, control, pase y lanzamiento. Por lo tanto, el pie izquierdo lo utilizan únicamente de apoyo. Además, según Hamill et al. (1989), otra de las causas a las que se puede deber esta diferencia entre pies, es a la actividad muscular del pie plano que se verá incrementada. Así, el pie que tiene más actividad o función, en este caso el pie derecho, mostraría una tendencia a aplanarse. Por lo tanto, además se podría considerar que el gesto técnico de pisar el balón y el de parar el balón con la zona del antepié plantar, gestos muy utilizados en fútbol sala, provocan un desplazamiento hacia arriba de la cabeza de los metatarsianos y consecuentemente un estiramiento de la fascia plantar, que puede dar una tendencia a pie plano como se ha observado.

Por el contrario, en el grupo HH ambos pies se utilizan para la función de locomoción exclusivamente, teniendo los dos la misma función ya que la bola se golpea con un stick y no con las extremidades inferiores. En este caso, al

realizar los dos pies la misma función en el grupo HH, sí se han encontrado diferencias significativas en ambos pies tras el periodo de intervención realizado.

Por lo tanto, las diferencias encontradas en la variable HC entre los grupos FS y HH pueden deberse a la técnica deportiva, ya que en el FS se utiliza un pie de pivote o apoyo y otro para la conducción, pases, control del balón y lanzamiento, mientras que en HH los dos pies realizan la misma función.

CONCLUSIONES

- No se puede afirmar que exista un morfotipo de pie determinado asociado ni a la práctica de actividad física y deportiva ni a la disciplina que se practique en los grupos analizados.
- La práctica continuada de actividad física y deportiva ha provocado modificaciones diferentes en la huella plantar de los jugadores estudiados en función de la disciplina practicada. Estas modificaciones han sido debidas a que la técnica es diferente en cada una de las disciplinas.
- Existe variabilidad entre los distintos métodos que se han usado para caracterizar el tipo de pie en los 3 grupos participantes en este trabajo. De este modo, el método Hernández Corvo ha sido un método más apropiado que el método del Índice del Arco para caracterizar el tipo de pie estudiado. Por su parte, la superficie de la huella no ha sido un indicativo apropiado por sí mismo para clasificar el tipo de pie.
- Las diferencias en la técnica entre el fútbol sala y el hockey hierba han provocado que las diferencias ocasionadas por la práctica deportiva continuada en la huella plantar de las deportistas analizadas sean distintas. Así las jugadoras de fútbol sala han presentado modificaciones solamente en el pie dominante, mientras que las jugadoras de hockey hierba las han presentado en ambos pies. Por su parte, el grupo de sedentarias no ha presentado diferencias.
- Se ha encontrado una mayor heterogeneidad en el morfotipo de pie en el grupo de sedentarias analizado. La práctica de actividad física y deportiva continuada provoca que las jugadoras participantes hayan presentado una mayor homogeneidad en las huellas plantares de sus pies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abián, J. (2008). *Biomecánica del vendaje funcional preventivo de tobillo: elástico vs no elástico*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla la Mancha. Toledo.

- Abián, J., Alegre, L. M., Lara, A. J., Jiménez, L. y Aguado, X. (2005). Fuerzas de reacción del suelo en pies planos y cavos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 108, 285-292.
- Aguado X., Izquierdo, M. y González, J. L. (1997). *Biomecánica fuera y dentro del laboratorio*. León: Universidad de León.
- Albert, C. (2009). Pie plano infantil. Tratamiento conservador y postquirúrgico. *III Documento: Sociedad Española de Fisioterapia en Pediatría*.
- Antolinos, P.J. y Martínez, N.M. (2010). Estudio del esguince de tobillo en el jugador de baloncesto. *Trances*, 2 (5), 454-478.
- Aydog, S. T., Özçakar, L., Tetik, O., Demirel, H. A., Hasçelik, Z. y Doral, M. N. (2005a). Relation between foot arch index and ankle strength in elite gymnasts: a preliminary study. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 13. Disponible en <http://www.bjsportmed.com/cgi/content/full/39/3/e13>
- Aydog, S. T., Tetik, O., Demirel, H. A. y Doral, M. N. (2005b). Differences in sole arch indices in various sports. *British Journal of Sport Medicine*, 39, e5. Disponible en <http://www.bjsportmed.com/cgi/content/full/39/2/e5>
- Billis, E., Katsakiori, E., Kapodistrias, C. y Kapreli, E. (2006). Assessment of foot posture: correlation between different clinical techniques. *The Foot*, 17, 65-72.
- Cain, L. E., Nicholson, L. L., Adams, R. D. y Burns, J. (2007). Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 311-319.
- Cavanagh, P. R. y Rodgers, M. M. (1987). The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of Biomechanics*, 20, 547-551.
- Chu, W. C., Lee, S. H., Chu, W., Wang, T. J. y Lee, M. C. (1995). The use of arch index to characterize arch height: a digital image processing approach. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 42 (11), 1088-1092.
- Clarke, H. (1933). An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations. *Research Quarterly*, 4, 99-107.
- Cowan, D. N., Jones, B. H. y Robinson, J. R. (1993). Foot Morphologic Characteristics and Risk of Exercise-Related Injury. *Archives of Family Medicine*, 2, 773-777.
- Elvira, J. L. L., Vera-García, F. J., Meana, M. y García, J. A. (2008a). Análisis Biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética. Relación entre la huella plantar, ángulos de la articulación subastragalina y presiones plantares. *European Journal of Human Movement*, 20, 41-60.
- Elvira, J. L. L., Vera-García, F. J. y Meana, M. (2008b). Subtalar joint kinematic correlations with footprint arch index in race walkers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48 (2), 225-234.
- Escobar, C. (2007). *Análisis comparativo de la cinemática entre hombre y la mujer*. http://www.efisioterapia.net/certamen2007/imprimir.php?id_texto=258
- Gómez, A. (2003). *Repercusión de la manipulación de una disfunción osteopática de iliaco posterior sobre la morfología de la huella plantar*. Tesis para la obtención del Diploma en Osteopatía. Escuela de Osteopatía de Madrid. Madrid.
- González Jurado, J. A., Pérez Amate, M. M. y Floría Martín, P. (2012). Diferencias en parámetros cinemáticos del golpeo en fútbol entre hombres y

- mujeres. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12 (47), 431-443.
- Hamill, J., Bates, B. T., Knutzen, K. M. y Kirpatrick, G. M. (1989). Relationship between selected static and dynamic lower extremity measures. *Clinical Biomechanics*, 4, 217-225.
- Hawes, M. R., Nachbauer, W., Sovak, D. y Nigg, B. M. (1992). Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot & Ankle*, 13, 22-26.
- Hernández Corvo, R. (1989). *Morfología funcional deportiva*. México D.F: Editorial Paidotribo.
- Hertel, J., Gay, M. R. y Denegar, C. R. (2002). Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *Journal of athletic training*, 37(2), 129-132.
- Hills, A. P., Hennig, E. M., McDonald, M. y Bar-O, O. (2001). Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International Journal of Obesity*, 25, 1674-1679.
- Hurtado, A. (2006). Uso de la baropodometría. Disponible en www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2006/ot064d.pdf
- Igbigbi, P. S. y Msamati, B. C. (2002). The footprint ratio as a predictor of pes planus: a study of indigenous malawians. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*, 41 (6), 394-397.
- Kapandji, I.A. (1998). *Fisiología articular (Tomo 2)*. Madrid: Editorial Panamericana.
- Kaufman, K., Brodine, S. K., Shaffer, R. A., Johnson, C. W. y Cullison, T. R. (1999). The Effect of Foot Structure and Range of Motion on Musculoskeletal Overuse Injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 27, 585. Disponible en <http://ajs.sagepub.com/content/27/5/585>
- Kulthanan, T., Techakampuch, S. y Bed, N. D. (2004). A study of footprints in athletes and non-athletic people. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 87 (7), 788-793.
- Lippert, H. (2005). *Anatomía con orientación clínica*.: Madrid: Marván.
- López, J. L., Meana, M., Vera, F. J. y García, J. A. (2006). Respuestas, adaptaciones y simetría de la huella plantar producidas por la practica de la marcha atlética. *Cultura, ciencia y deporte*, 3 (2), 21-26.
- López, N., Albuquerque, F., Santos, M., Sánchez, M. y Domínguez, R. (2005). Evaluation and analysis of the footprint of young individuals. A comparative study between football players and non-players. *European Journal of Anatomy*, 9 (3), 135-142.
- Martín, J. A., Fernández, L., Pérez, T. y Portillo, J. (2008). Beneficios de la actividad física sobre aspectos mecánicos óseos: estudio preliminar. *Fisioterapia*, 30 (1), 16-23.
- Masaun, M., Dhakshinamoorthy, P. y Parihar, R. S. (2009). Comparison of calcaneal eversion, gastrocnemius extensibility and angle of toe-out between normal and overweight females. *The Foot and Ankle Online Journal*, 2 (8). Disponible en http://faoj.files.wordpress.com/2009/08/comparison_calc_eversion_.pdf

- Mayorga-Vega, D., Brenes Podadera, A., Rodríguez Teero, M. y Merino Marban, R. (2012). Asociation of BMI and physical level among elementary school students. *Journal of Sport and Health Research*, 4 (3), 299-310.
- McCrory, J. L., Young, M. J., Boulton, A. J. M. y Cavanagh, P. R. (1997). Arch index as a predictor of arch height. *The Foot*, 7, 79-81.
- Menz, H. B. y Munteanu, S. E. (2005). Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 35, 479-486.
- Michelson, J. D., Durant, D. M. y McFarland, E. (2002). The injury risk associated with pes planus in athletes. *Foot Ankle International*, 23 (7), 629-633.
- Murley, G. S., Menz, H. B. y Landorf, K. B. (2009). A protocol for classifying normal and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2, 22. Disponible en <http://www.jfootankleres.com/content/2/1/22>
- Nawoczenski, D. A., Saltzman, C. L. y Cook, T. M. (1998). The effect of foot structure on the three-dimensional kinematic coupling behavior of the leg and rear foot. *Physical Therapy*, 78 (4), 404-416.
- Nikolaidou, M. E. y Boudolos, K. D. (2006). A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. *The Foot*, 16, 82-90.
- Paiva, A., Rubens, J., Rabiatti, T. y Greve, P. (2009). The influence of arthritis on the anthropometric parameters of the feet of older women. *Archives of Gerontology and Geriatrics* (en prensa).
- Redmond, A. C., Crane, Y. Z. y Menz, H. B. (2008). Normative values for the Foot Posture Index. *Journal of Foot and Ankle research*, 1 (6). Disponible en <http://www.jfootankleres.com/content/1/1/6>
- Ricard, F. (2001). *Cuadernos de Estudios Nº 4, 2º Nivel, Tomo II. Rodilla. Tobillo y pie*. Alcalá de Henares: Escuela de Osteopatía de Madrid.
- Sachithanandam, V. y Joseph, B. (1995). The influence of footwear on the prevalence of flat foot: a survey of 1846 skeletally mature persons. *Journal of Bone Joint Surgery*, 77-B, 254-257.
- Salazar, C. (2007). Pie plano como origen de alteraciones biomecánicas en cadena ascendente. *Fisioterapia*, 29 (2), 80-89.
- Scott, G., Menz, H. B. y Newcombe, L. (2007). Age-related differences in foot structure and function. *Gait & Posture*, 26, 68-75.
- Sell K., Verity, T. M., Worrel, T. W., Pease, B. J. y Wigglesworth, J. (1994). Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*, 19 (3), 162-167.
- Shiang, T. Y., Lee, S. H., Lee, S. J. y Chu, W. C. (1998). Evaluating different footprint parameters as a predictor of arch height. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 17 (6), 62-66.
- Sirgo, G. y Aguado, X. (1991). Estudio del comportamiento de la huella plantar en jugadores de voleibol después del esfuerzo considerando su composición corporal y somatotipo. *Apuntes Medicina del deporte*, 18, 207-212.

- Sirgo, G. y Méndez, B., Egocheaga, J., Maestro, A. y Del Valle, M. (1997). Problemática en la clínica diaria en relación a varios métodos de análisis de la huella plantar. *Archivos de medicina del Deporte*, 14 (61), 381-387.
- Stacpoole-Shea, S., Shea, G., Otago, L. y Payne, W. (1998). Instrumentation considerations of a clinical and a computerized technique for the measurement of foot angles. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*, 37 (5), 410-415.
- Torrijos, A.; Abián-Vicen, J.; Abián, P.; Abián, M. (2009). Plantar fasciitis treatment. *Journal of Sport and Health Research*, 1 (2), 123-131.
- Vidal, J., Borràs, P.A., Cantallops, J., Ponseti, X. y Palou, P. (2010). Propuesta de intervención para la prevención del dolor de espalda en ámbito escolar. *Trances*, 2 (6), 536-551
- Viladot, A. (2000). *Quince lecciones sobre patología del pie*. (2ª Edición). Barcelona: Springer.
- Viladot, R., Cohí, O. y Clavell, S. (1997). *Órtesis y prótesis del aparato locomotor*. Barcelona: Masson.
- Volkov, B. M. (1977). Influence of considerable athletic training on the foot condition of young athletes at a boarding school with a cross-section of sports. *Arkhiv anatomii, gistologii i émbriologii*, 72(6), 32-34.
- Williams, D. S., McClay, I. S. y Hamill, J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clinical Biomechanics*, 16, 341-347.
- Wearing, S. C., Hills, A. P., Byrne, N. M., Hennig, E. M. y McDonald, M. (2004). The arch index: a measure of flat or fat-feet? *Foot Ankle International*, 25, 575-581.
- Yu, C. Y., Lo, Y. H. y Chiou, W. K. (2003). The 3D scanner for measuring body surface area: a simplified calculation in the Chinese adult. *Applied Ergonomics*, 34, 273-278.
- Zahínos, J.I., González, C. y Salinero, J. (2010). Epidemiological study of the injuries, the processes of readaptation and prevention of the injury of anterior cruciate ligament in the professional football. *Journal of Sport and Health Research*, 2 (2), 139-150.
- Zurita, F., Martínez, A. y Zurita, A. (2007). Influencia de la tipología del pie en la actividad fíicodeportiva. *Fisioterapia*, 29 (2), 74-79.

Referencias totales / Total references: 61 (100%)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 1 (1,64%)